

Piezoelectric setting mechanism for tool cutting edge uses piezoelectric setting element for adjusting position of cutting edge relative to tool shaft

Patent Number: DE19925193

Publication date: 2000-10-26

Inventor(s):

Applicant(s): GUEHRING JOERG (DE)

Requested Patent: ☐ DE19925193

Application Number: DE19991025193 19990414

Priority Number(s): DE19991025193 19990414

IPC Classification: B23B27/00; B23B51/00; B23C5/24; B23D77/04; B23B29/034

EC Classification: B23B29/034N, B23D77/04

Equivalents: ☐ EP1169154 (WO0062962), ☐ WO0062962**Abstract**

The setting mechanism has a piezoelectric setting element (20) which acts on a tool cutting edge (4,6), for adjusting its position relative to a tool shaft, a retaining mechanism (32) holding the setting element in a given deformation condition and released via a release device (38) with a second piezoelectric setting element. Also included are independent claims for the following: (a) a cutting tool; (b) a precision drilling tool

Data supplied from the esp@ccnet database - I2



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 25 193 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
B 23 B 27/00
B 23 B 51/00
B 23 C 5/24
B 23 D 77/04
B 23 B 29/034

②① Aktenzeichen: 199 25 193.2
②② Anmeldetag: 14. 4. 1999
②③ Offenlegungstag: 26. 10. 2000

DE 199 25 193 A 1

⑦① Anmelder:
Gühring, Jörg, Dr., 72458 Albstadt, DE

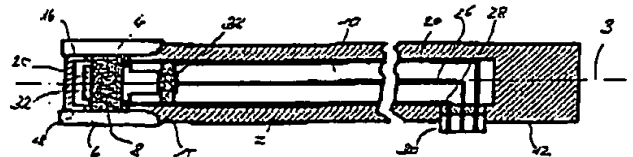
⑦② Vertreter:
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

⑦③ Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ **Piezoelektrischer Einstellmechanismus**

⑤⑤ Die vorliegende Erfindung bezieht sich im allgemeinen auf einen piezoelektrischen Einstellmechanismus (8) zum Einstellen eines an einem Werkzeugschaft (2) eines Werkzeugs einstellbar montierten Schneidelements (4, 6). Der piezoelektrische Einstellmechanismus (8) umfaßt ein mit dem Schneidelement (4, 6) in Verbindung stehendes piezoelektrisches Verstellelement (20) zum Verstellen des Schneidelements (4, 6) relativ zum Werkzeugschaft (2) sowie einen Haltemechanismus (32) zum Halten des ersten Verstellelements (20) in einem bestimmten Deformationszustand. Der erfindungsgemäße piezoelektrische Einstellmechanismus (8) findet im besonderen Anwendung für ein Feinbohrwerkzeug zur Einstellung von am Außenumfang (12) des Feinbohrwerkzeugs angeordneten Schneidelementen (4, 6) in Radialrichtung des Feinbohrwerkzeugs.



DE 199 25 193 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Einstellmechanismus zum Verstellen eines Schneidelements eines Werkzeugs gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie Werkzeuge mit einem derartigen piezoelektrischen Einstellmechanismus gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 6 und 9.

Piezoelektrische Kristalle weisen bekanntlich eine hohe Eigensteifigkeit auf, sind kommerziell käuflich und darüber hinaus äußerst robust. Sie finden daher Anwendung in elektromechanischen Systemen zur Einstellung von Werkzeugschneiden. Ein Werkzeug mit einem derartigen piezoelektrischen Werkzeugschneideinstellsystem benötigt keine empfindlichen, mechanischen Miniaturbauteile, wie z. B. kleine Einstellschrauben, die von der das Werkzeug einstellenden Person eine besondere Fingerfertigkeit abverlangen. Die Einstellung kann vielmehr mittels einer einfachen digitalen Tastatur vorgenommen werden.

So wird beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE-35 09 240 ein piezoelektrischer Einstellmechanismus gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. ein Werkzeug mit einem derartigen Einstellmechanismus gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 6 beschrieben. DE-35 09 240 bezieht sich im besonderen auf eine Antriebseinrichtung, die zumindest einen piezoelektrischen Kristall umfaßt. Dieser piezoelektrische Kristall stützt sich an einer Seite an einem Widerlager ab, das an einer Werkzeugmaschine vorgesehen ist. An der anderen Seite des piezoelektrischen Kristalls ist eine Werkzeugschneide mittels einer Halterung befestigt. Bei Anlegen einer elektrischen Spannung an den piezoelektrischen Kristall wird durch dessen Elektrostriktion, d. h. dessen elastische Deformation in dem durch die elektrische Spannung geschaffenen elektrischen Feld, eine Änderung des Abstandes zwischen der Werkzeugschneide und dem Widerlager erzeugt.

Die deutsche Offenlegungsschrift DE-44 01 496 offenbart ferner eine Werkzeugschneiden-Verstelleinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 9, zum hochgenauen Bearbeiten von runden, ungeraden und/oder nicht zylinderförmigen Innen- und/oder Aussenkonturen, wobei entweder ein Werkzeug gegenüber einem Werkstück oder aber das Werkstück gegenüber dem Werkzeug eine Drehbewegung ausführt. Bei dieser herkömmlichen Werkzeugschneiden-Verstelleinrichtung kommt ein Piezo-Translator zum Einsatz, der eine Kraft in Axialrichtung eines Werkzeugschafts erzeugt, die über einen zwischen dem Piezo-Translator und der Werkzeugschneide angeordneten Gelenkmechanismus in eine radial wirkende Kraft auf die Werkzeugschneide umgewandelt wird. Auf diese Weise wird eine Radialverstellung der Werkzeugschneide gegenüber einem Werkzeugschaft ermöglicht.

Zur Herstellung zylinderischer Innen- oder Aussenkonturen ist es im Fall von Werkzeugen mit derartigen piezoelektrischen Einstellmechanismen jedoch erforderlich, daß das auf den Piezo-Kristall/Piezo-Translator wirkende elektrische Feld während des Betriebs des Werkzeugs konstant gehalten wird, um dadurch die einmal erzielte Einstellung der Werkzeugschneide während des Schneidvorgangs des Werkzeugs beizubehalten. Hierzu muß der Piezo-Kristall/Piezo-Translator während des Betriebs des Werkzeugs ständig mit einer elektrischen Spannung versorgt werden. Während die Spannungsversorgung bei stillstehenden Werkzeugen, wie z. B. einem Drehwerkzeug, relativ einfach, z. B. über eine Steckverbindung, zu bewerkstelligen ist, kann die Spannungsversorgung bei Werkzeugen, die für einen Rotationsbetrieb konzipiert sind, jedoch zu einem Problem bzw. aufgrund der Tatsache, daß hierzu eine kabellose Span-

nungseinspeisung erforderlich wäre, zu erhöhten Herstellungskosten führen.

Darüber hinaus besteht in dem Fall, in dem die Werkzeugschneiden-Einstellung während des Betriebs des Werkzeugs durch eine ständige Spannungseinspeisung in den Piezo-Kristall/Piezo-Translator konstant gehalten werden soll, die Gefahr, daß sich das auf den Piezo-Kristall/Piezo-Translator wirkende elektrische Feld, das eigentlich konstant bleiben sollte, unter dem Einfluß äußerer magnetischer oder elektrischer Störfelder ungewollt ändert, was wiederum eine Änderung der Werkzeugschneideinstellung zur Folge hätte. Diese Gefahr kann sich insbesondere im Fall von für einen Rotationsbetrieb konzipierten Werkzeugen, wie z. B. Bohrwerkzeugen, ergeben aufgrund der Tatsache, daß der Piezo-Kristall/Piezo-Translator und damit das auf den Piezo-Kristall/Piezo-Translator wirkende elektrische Feld ebenfalls in Rotation versetzt werden.

Die vorliegende Erfindung hat daher die Aufgabe, einen piezoelektrischen Einstellmechanismus für Werkzeugschneidelementen zu schaffen, der es erlaubt, eine bestimmte Einstellung der Werkzeugschneidelemente während des Betriebs des Werkzeugs ohne eine externe Spannungsversorgung und ohne großen technischen Aufwand zuverlässig einzuhalten.

Diese Aufgabe wird durch den piezoelektrischen Einstellmechanismus gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Der erfindungsgemäße piezoelektrische Einstellmechanismus zeichnet sich gegenüber herkömmlichen piezoelektrischen Einstellmechanismen durch einen Haltemechanismus aus, der es erlaubt, das (erste) piezoelektrische Verstellelement, z. B. ein als Rundstab ausgestalteter Piezo-Kristall, in einem bestimmten Deformationszustand mit mechanischen Mitteln zu stabilisieren. Durch diesen Haltemechanismus läßt sich verhindern, daß das piezoelektrische Verstellelement nach einer Unterbrechung der Spannungsversorgung zwischen einer äußeren Spannungsquelle und dem piezoelektrischen Verstellelement aus seinem durch die Spannungsversorgung erzielten bestimmten Deformationszustand wieder in seinen Ausgangszustand zurückkehrt. Da der durch die Spannungsversorgung erzielte, bestimmte Deformationszustand des piezoelektrischen Verstellelements aufgrund der Verbindung des piezoelektrischen Verstellelements und der Werkzeugschneide die Werkzeugschneideinstellung bestimmt, läßt sich somit durch den Haltemechanismus eine bestimmte Werkzeugschneideinstellung unabhängig von einer Spannungsversorgung und damit ungeachtet äußerer Störeinflüsse zuverlässig realisieren.

In einer bevorzugten Ausgestaltung umfaßt der Haltemechanismus eine das piezoelektrische Verstellelement im wesentlichen vollständig umgreifende Klemmeinrichtung, wie z. B. eine herkömmliche Klemmschelle, deren Klemmkraft so groß ist, daß das piezoelektrische Verstellelement in dem bestimmten Deformationszustand gehalten, d. h. stabilisiert und quasi "eingefroren" bleibt, sowie eine Entriegelungseinrichtung, z. B. ein (zweites) piezoelektrisches Verstellelement, um eine Entriegelung der Klemmeinrichtung und damit eine Beseitigung der durch die Klemmeinrichtung erzielten Klemmkraft auf das piezoelektrische Verstellelement zu ermöglichen. Bei dieser Ausgestaltung sind die Verstellelemente vorteilhafterweise unabhängig voneinander elektrisch, d. h. mittels einer einheitlichen, nämlich elektrisch arbeitenden Steuer- oder Regelungseinrichtung ansteuerbar. Dies ermöglicht eine besonders genaue Einstellung der Werkzeugschneidelemente.

Eine besonders einfache Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Einstellmechanismus ergibt sich, wenn das Schneidelement mittels einer Halterung oder unmittelbar mit dem ersten Verstellelement fest verbunden ist. Bei Verwendung

einer Halterung ergibt sich der besondere Vorteil, dass die Klemmeinrichtung das gesamte Volumen des piezoelektrischen Verstellelements (Piezo-Verstellaktor) erfassen kann.

Der erfindungsgemäßen Einstellmechanismus findet generell Anwendung für ein beliebiges Werkzeug zur materialabtragenden Bearbeitung, wie z. B. ein Dreh-, Bohr-, Fräs- oder Reibwerkzeug, das einen Werkzeugschaft und wenigstens ein an diesem einstellbar montiertes Schneidelement umfaßt.

Aufgrund eines Verstellbereichs von bis zu 100 µm bei einer Auflösung von kleiner als 0,1 µm und einer Belastbarkeit von mehr als 500 N wird der erfindungsgemäße Einstellmechanismus jedoch insbesondere an Feinbohrwerkzeugen oder Reibahlen eingesetzt, bei denen es im Hinblick auf die zu erzielende hohe Maß-, Form- und Lagegenauigkeit, Oberflächengüte und Oberflächenbeschaffenheit der zu bearbeitenden Bohrung auf eine äußerst präzise Einstellung des oder der Schneidelemente, z. B. PKD- oder HM-Schneidplatten, ankommt.

Das erfindungsgemäße Feinbohrwerkzeug weist vorzugsweise zwei, in Ausnehmungen am Außenumfang des Werkzeugschafts diametral angeordnete Schneidelemente auf. Hierbei erweist es sich als besonders vorteilhaft, wenn das (erste) piezoelektrische Verstellelement in der Weise zwischen den beiden diametral angeordneten Schneidelementen platziert ist, daß es unmittelbar mit beiden Schneidelementen in Verbindung gebracht werden kann. Unter der Voraussetzung, daß das piezoelektrische Verstellelement in Bezug auf die Drehachse des Feinbohrwerkzeugs in Radialrichtung lagezentriert angeordnet ist, was sich durch einfache konstruktive Maßnahmen am Werkzeugschaft und/oder am piezoelektrischen Verstellelement realisieren läßt, wird durch Anlegen einer elektrischen Spannung an das piezoelektrische Verstellelement und der daraus resultierenden elastischen Deformation des piezoelektrischen Verstellelements somit eine synchrone Einstellung beider Schneidelemente in Radialrichtung des Werkzeugschafts erreicht. Dabei läßt die gewünschte Einstellung der Schneidelemente beispielsweise mittels der vorstehend erwähnten Klemmschelle, die das (erste) piezoelektrische Verstellelement umgreift und in der Weise festklemmt, daß eine Rückbildung dessen elastischer Deformation nicht möglich ist, zuverlässig dauerhaft realisieren.

Soll mittels des Feinbohrwerkzeugs beispielsweise eine konische Bohrung erstellt werden, kann der erfindungsgemäße Einstellmechanismus ferner ein weiteres (drittes) piezoelektrisches Verstellelement umfassen, das in Bezug auf den Werkzeugschaft axial vom ersten piezoelektrischen Verstellelement beabstandet und unabhängig von diesem elektrisch ansteuerbar ist. Hierdurch läßt sich auf eine einfache Art und Weise eine Verjüngung der Schneidelemente erzielen.

Die Spannungsversorgung der piezoelektrischen Verstellelemente gestaltet sich als einfach, wenn am Werkzeugschaft ein gemeinsames Anschlußelement vorgesehen ist, das eine unabhängige elektrische Ansteuerung der Verstellelemente, d. h. eine unabhängige Einspeisung der Einstellspannung und der Entriegelungsspannung, ermöglicht. Um eine Unwucht während des Rotationsbetriebs des Feinbohrwerkzeugs zu vermeiden ist das gemeinsame Anschlußelement rotationssymmetrisch ausgestaltet. Hierfür kann das gemeinsame Anschlußelement beispielsweise mehrere Schleifringe umfassen, die den jeweiligen Verstellelementen entsprechend zugeordnet sind, wobei einer der Schleifringe als gemeinsamer Masseschluß fungieren kann. Durch diese Ausgestaltung wird selbst im Fall des für einen Rotationsbetrieb konzipierten Feinbohrwerkzeugs eine elektrische Ansteuerung der piezoelektrischen Verstellelemente und da-

durch eine Einstellung der Schneidelemente während des Betriebs des Werkzeugs ermöglicht.

Unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erfolgt nun die Beschreibung des erfindungsgemäßen Einstellmechanismus an einem bevorzugten Anwendungsbeispiel. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 einen Vertikalschnitt in Längsrichtung durch ein Feinbohrwerkzeug mit einem erfindungsgemäßen piezoelektrischen Einstellmechanismus; und

Fig. 2 einen Horizontalschnitt in Längsrichtung durch das in Fig. 1 gezeigte Feinbohrwerkzeug.

Das in Fig. 1 nur schematisch dargestellte Feinbohrwerkzeug umfaßt als seine wesentlichen Bestandteile einen Werkzeugschaft 2, zwei Schneidelemente 4, 6 sowie einen erfindungsgemäßen piezoelektrischen Einstellmechanismus 8 zur Einstellung der Schneidelemente 4, 6 relativ zum Werkzeugschaft 2.

Der Werkzeugschaft 2 kann in beliebiger Art und Weise an eine nicht dargestellte Werkzeugmaschinen spindle angeschlossen oder Bestandteil eines ebenfalls nicht dargestellten, modular aufgebauten Werkzeugsystems sein. Wie es aus Fig. 1 und Fig. 2 ersichtlich ist, ist im Werkzeugschaft 2 ein sich in Richtung der Längs- bzw. Drehachse 3 des Werkzeugschafts 2 erstreckender Hohlraum 10 ausgebildet, in dem der erfindungsgemäße piezoelektrische Einstellmechanismus 8 aufgenommen ist. Des weiteren sind am Außenumfang 12 im Kopfabchnitt 14 des Werkzeugschafts 2 in Bezug auf die Längs- bzw. Drehachse 3 diametral angeordnete Ausnehmungen 16, 18 vorgesehen, in denen jeweils eines der beiden Schneidelemente 4, 6, z. B. PKD- oder HM-Schneidplatten, radial einstellbar und vorzugsweise geführt aufgenommen sind.

Der piezoelektrische Einstellmechanismus 8 umfaßt im wesentlichen ein mit den beiden Schneidelementen 4, 6 in Verbindung stehendes erstes piezoelektrisches Verstellelement 20, einen Haltemechanismus 22, elektrische Leitungen 24, 26, 28 und ein gemeinsames Anschlußelement 30.

Die Schneidelemente 4, 6 sind in herkömmlicher Art und Weise, z. B. mittels einer (nicht dargestellten) Halterung oder unmittelbar, am ersten piezoelektrischen Verstellelement 20 befestigt. Das erste piezoelektrische Verstellelement 20, z. B. ein Piezokristall herkömmlicher Art, ist in diesem Anwendungsbeispiel als ein länglicher Rundstabskörper ausgestaltet, der in Bezug auf die Längs- bzw. Drehachse 3 des Werkzeugschafts 2 senkrecht in der Weise angeordnet ist, daß er die beiden Schneidelemente 4, 6 diametral verbindet. Obwohl es aus Fig. 1 und Fig. 2 nicht ersichtlich ist, ist das erste piezoelektrische Verstellelement 20 in Bezug auf die Längs- bzw. Drehachse 3 des Werkzeugschafts 2 in Radialrichtung lagezentriert angeordnet. Dies kann durch einfache konstruktive Maßnahmen am Werkzeugschaft 2 und/oder am piezoelektrischen Verstellelement 20 realisiert werden.

Der Haltemechanismus 22 umfaßt eine das erste piezoelektrische Verstellelement 20 mechanisch umgreifende Klemmschelle 32 mit zwei gegenüberliegenden, im Klemmzustand der Klemmschelle 32 beabstandet angeordneten, freistehenden Endabschnitten 34, 36 sowie ein zwischen den beiden Endabschnitten 34, 36 der Klemmschelle 32 angeordnetes zweites piezoelektrisches Verstellelement 38, z. B. einen ebenfalls als Rundstabskörper ausgestalteten Piezokristall, der wie es aus Fig. 1 und Fig. 2 ersichtlich ist, in Bezug auf die Längs- bzw. Drehachse 3 des Werkzeugschafts 2 gegenüber dem ersten piezoelektrischen Verstellelement 20 um 90° verdreht orientiert ist. Die Klemmschelle 32 ist im Hinblick auf die erforderliche Klemmkraft, die durch Eigenspannungen im Material der Klemmschelle 32 zu erzeugen ist, so konzipiert, daß sie das erste piezoelektri-

sche Verstellelement 20 nach einer einmal durchgeführten Einstellung, die nachstehend erläutert wird, und während des anschließenden Zerspanungsbetriebs in der Weise geklemmt hält, daß das erste piezoelektrische Verstellelement 20 nach Unterbrechung seiner Spannungsversorgung, d. h. nach Wegfall des auf den piezoelektrischen Kristall einwirkenden elektrischen Feldes, nicht wieder seinen anfänglichen Ruhedeformationszustand einnehmen kann. Die Klemmschelle 32 läßt sich durch Anlegen einer elektrischen Spannung an das zwischen den beiden Endabschnitten 34, 36 der Klemmschelle 32 angeordnete zweite piezoelektrische Verstellelement 38 durch dessen elastische Deformation unter der Wirkung des durch die Spannung geschaffenen elektrischen Feldes öffnen. Hierfür ist natürlich erforderlich, daß das zweite piezoelektrische Verstellelement 38 bei Anlegen einer elektrischen Spannung eine Kraft erzeugt, die größer ist als die durch Eigenspannungen der Klemmschelle 32 bewirkte und auf das erste piezoelektrische Verstellelement 20 aufgebrauchte Klemmkraft der Klemmschelle 32. Im entriegelten bzw. geöffneten Zustand der Klemmschelle 32 wird durch Anlegen einer elektrischen Spannung an das erste piezoelektrische Verstellelement 20 eine Kraft erzeugt, die in Radialrichtung des Werkzeugschafts 2 synchron auf die Schneidelemente 4, 6 wirkt und damit eine Abstandsänderung der beiden Schneidelemente 4, 6 in Radialrichtung verursacht. Auf diese Weise läßt sich die gewünschte Einstellung der Schneidelemente 4, 6 in Radialrichtung des Werkzeugschafts 2 realisieren.

Die Klemmschelle 32 ist darüber hinaus, wie es insbesondere aus Fig. 1 ersichtlich ist, im wesentlichen so auf das erste piezoelektrische Verstellelement 20 abgestimmt, daß es das erste piezoelektrische Verstellelement 20 möglichst über die ganze Länge umgreift, um eine Rückbildung der durch die elektrische Ansteuerung bewirkten elastischen Deformation auf möglichst geringe Längenabschnitte zu beschränken.

Sowohl das erste als auch das zweite piezoelektrische Verstellelement zeichnen sich durch einen Verstellbereich von bis zu 100 µm bei einer Auflösung (kleinste einstellbare Verstellung) von weniger als 0,1 µm und eine Belastbarkeit von mehr als 500 N aus.

Die Spannungsversorgung der beiden piezoelektrischen Verstellelemente 20, 38 erfolgt unabhängig voneinander über die im Hohlraum 10 angeordneten elektrischen Leitungen 24, 26, 28 sowie das gemeinsame Anschlußelement 30, das an eine (nicht dargestellte) externe Spannungsquelle anschließbar ist. Die elektrischen Leitungen 24, 26, 28 sind natürlich so angeordnet bzw. ausgestaltet, daß sich durch deren Anordnung im Rotationsbetrieb des Feinbohrwerkzeugs keine Unwuchten ergeben. Dasselbe gilt auch für das gemeinsame Anschlußelement 30, das, obwohl es in Fig. 1 aus Gründen einer einfacheren Darstellungsweise als ein herkömmlicher Anschlußstecker dargestellt ist, vorzugsweise rotations-symmetrisch ausgestaltet ist. Hierzu kann das gemeinsame Anschlußelement 30 den jeweiligen piezoelektrischen Verstellelementen 4, 6 zugeordnete Schleifringe umfassen, die in Ringaussparungen am Außenumfang des Werkzeugschafts 2 eingelassen oder als Ringkörper am Außenumfang des Werkzeugschafts 2 angeordnet und in geeigneter Weise an die elektrischen Leitungen 24, 26, 28 angeschlossen sind. Über das gemeinsame Anschlußelement 30 erfolgt somit eine unabhängige Einspeisung der für eine Einstellung der Schneidelemente 4, 6 und der für die Entriegelung der Klemmschelle 32 erforderlichen elektrischen Spannungen.

Der Haltemechanismus 22 des erfindungsgemäßen Einstellmechanismus gewährleistet eine gleichbleibende Einstellung der Schneidelemente 4, 6 unabhängig davon, ob das

erste piezoelektrische Verstellelement 4 mit einer Spannung versorgt wird oder nicht. In dem in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigten Anwendungsbeispiel des erfindungsgemäßen Einstellmechanismus ist es daher nicht erforderlich, die Spannungsversorgung zwischen dem ersten piezoelektrischen Verstellelement 2 und der externen Spannungsquelle nach einer einmal durchgeführten Einstellung der Schneidelemente 4, 6 aufrechtzuerhalten, um eine bestimmte Einstellung der Schneidelemente 4, 6 beizubehalten. Durch die Ausgestaltung des gemeinsamen Anschlußelements 30 als eine Anordnung von Schleifringen wäre es generell jedoch möglich, auch während des Rotationsbetriebs des Feinbohrwerkzeugs die die piezoelektrischen Verstellelemente 4, 6 mit Spannungen zu versorgen, um beispielsweise eine nachträgliche Korrektur der Einstellung der Schneidelemente 4, 6 vornehmen oder aber durch eine Spannungseinspeisung mit einer auf die Drehzahl des Feinbohrwerkzeugs abgestimmten Spannungsfrequenz unrunde Bohrungen herstellen zu können.

Im folgenden wird nun das Funktionsprinzip des erfindungsgemäßen Einstellmechanismus erläutert. Das Feinbohrwerkzeug wird zunächst in einem nicht dargestellten speziellen Voreinstellgerät auf den geforderten Bohrungsdurchmesser eingestellt. Im Anschluß daran werden die piezoelektrischen Verstellelemente 20, 38 über das gemeinsame Anschlußelement 30 und die elektrischen Leitungen 24, 26, 28 elektrisch angesteuert. Hierbei wird zunächst das zweite piezoelektrische Verstellelement 38 elektrisch angesteuert, um durch die dadurch verursachte elastische Deformation des zweiten piezoelektrischen Verstellelements 38 die Klemmschelle 32 zu entriegeln bzw. zu öffnen und dadurch eine elastische Deformation des ersten piezoelektrischen Verstellelements 4 zum Zwecke der Einstellung der Schneidelemente 4, 6 zu ermöglichen. Hierbei wird das erste piezoelektrische Verstellelement 4 durch eine stufenlose oder in sehr feinen Stufen einstellbare Steuerspannung derart angesteuert, daß die Schneidelemente 4, 6 entsprechend dem gewünschten Bohrungsdurchmesser des Feinbohrwerkzeugs auf das bestimmte radiale Maß eingestellt werden.

Nach Erreichen der gewünschten radialen Einstellung der Schneidelemente 4, 6 wird die an das erste piezoelektrische Verstellelement 20 angelegte Einstellspannung zunächst aufrechterhalten, während die an das zweite piezoelektrische Verstellelement 38 angelegte Entriegelungsspannung abgeschaltet wird, wodurch die Klemmschelle 32 bedingt durch die während der elektrischen Ansteuerung des zweiten piezoelektrischen Verstellelements 38 in der Klemmschelle 32 erzeugten Eigenspannungen das erste piezoelektrische Verstellelement 20 derart klemmt, daß die elastische Deformation des ersten piezoelektrischen Verstellelements 20, die durch die an das erste piezoelektrische Verstellelement 20 angelegte Einstellspannung verursacht wird, beibehalten wird. Nach dem Abschalten der Einstellspannung vom ersten piezoelektrischen Verstellelement 20 ändert sich somit der zum Zeitpunkt der Klemmung der Klemmschelle 32 vorliegende Deformationszustand des von der Klemmschelle 32 erfaßten Längenabschnitts des ersten piezoelektrischen Verstellelements 20 nicht mehr, wodurch sich auch die dadurch bewirkte Einstellung der Schneidelemente 4, 6 nicht mehr ändert. Das Feinbohrwerkzeug ist somit einsatzbereit. Wie es vorstehend bereits erwähnt wurde, wäre eine elektrische Ansteuerung der piezoelektrischen Verstellelemente auch während der Zerspanung denkbar, aber für den normalen Betrieb des Feinbohrwerkzeugs gemäß dem beschriebenen Anwendungsbeispiel nicht erforderlich.

In einer vorteilhaften Abwandlung des vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Einstellmechanismus kann

der Einstellmechanismus aus zwei oder mehreren, in Richtung der Längs- oder Drehachse des Werkzeugschafts 2 beabstandet angeordneten piezoelektrischen Verstellelementen bestehen, wodurch eine Verjüngung der Schneidelemente 4, 6 und damit ein konisches Bohrloch realisierbar wäre.

Selbstverständlich sind Abwandlungen des gezeigten Systems möglich, ohne den Grundgedanken der Erfindung zu verlassen. So können sich z. B. abweichend von der Ausführungsform nach den Fig. 1 und 2 die beiden Schneidelemente 4, 6 über Distanzstücke am nach wie vor diametral ausgerichteten piezoelektrischen Verstellelement 8 abstützen, so dass die Klemmschelle 32 die gesamte Mantelfläche des piezoelektrischen Verstellelements und zwar unter Einbeziehung des gesamten Verformungsspektrums erfassen kann. Somit lässt sich das gesamte Volumen des piezoelektrischen Verstellelements 20 in dem vorbestimmten Verformungszustand stabilisieren.

Anstatt des einstückigen piezoelektrischen Verstellelements 20 der Fig. 1 und 2, kann auch ein mehrteiliges, vorzugsweise zweiteiliges Element Anwendung finden, wobei diese Piezo-Verstellelemente vorzugsweise von einer gemeinsamen Form-Stabilisierungseinrichtung, beispielsweise in Form einer Schelle 32 umgeben sind. Die Piezo-Verstellelemente können sich dann mit ihrem radial inneren Ende an einem im Werkzeugkopf ausgebildeten Widerlager abstützen, das dann die Funktion der Radialago-Stabilisierung für die Piezo-Verstellelemente übernimmt.

Die Kontakte des Anschlusselements 30 können auch im Werkzeugschaft versenkt aufgenommen sein, so dass das Werkzeug nach erfolgter Einstellung in einem herkömmlichen Spannschaft aufgenommen werden kann.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich somit im allgemeinen auf einen piezoelektrischen Einstellmechanismus zum Einstellen eines an einem Werkzeugschaft eines Werkzeugs einstellbar montierten Schneidelements, der ein mit dem Schneidelement in Verbindung stehendes erstes piezoelektrisches Verstellelement zum Verstellen des Schneidelements relativ zum Werkzeugschaft sowie einen Haltemechanismus zum Halten des ersten Verstellelements in einem bestimmten Deformationszustand umfasst. Der erfindungsgemäße piezoelektrische Einstellmechanismus findet im besonderen Anwendung für ein Feinbohrwerkzeug zur Einstellung von am Außenumfang des Feinbohrwerkzeugs angeordneten Schneidelementen in Radialrichtung des Feinbohrwerkzeugs.

Patentansprüche

1. Einstellmechanismus (8) zum Einstellen eines an einem Werkzeugschaft (2) eines Werkzeugs einstellbar montierten Schneidelements (4, 6), umfassend ein mit dem Schneidelement (4, 6) in Verbindung stehendes erstes piezoelektrisches Verstellelement (20) zum Verstellen des Schneidelements (4, 6) relativ zum Werkzeugschaft, gekennzeichnet durch einen Haltemechanismus (32) zum Halten des ersten Verstellelements (20) in einem bestimmten Deformationszustand.
2. Einstellmechanismus nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Haltemechanismus (32) eine das erste Verstellelement (20) umgreifende Klemmeinrichtung (32) zum Klemmen des ersten piezoelektrischen Verstellelements (20) sowie eine Entriegelungseinrichtung (38) zum Entriegeln der Klemmeinrichtung (32) umfasst.
3. Einstellmechanismus nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Entriegelungseinrichtung (38) ein zweites piezoelektrisches Verstellelement (38) um-

faßt.

4. Einstellmechanismus nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellelemente (20, 38) unabhängig voneinander elektrisch ansteuerbar sind.

5. Einstellmechanismus nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch ein gemeinsames Anschlusselement (30) am Werkzeugschaft (2) zur elektrischen Spannungsversorgung der Verstellelemente (20, 38).

6. Einstellmechanismus nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Schneidelement (4, 6) unmittelbar mit dem ersten Verstellelement (20) in Verbindung steht.

7. Werkzeug zur materialabtragenden Bearbeitung, umfassend einen Werkzeugschaft (2) und ein am Werkzeugschaft (2) einstellbar montiertes Schneidelement (4, 6), gekennzeichnet durch einen Einstellmechanismus (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

8. Werkzeug nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch mehrere mit dem ersten Verstellelement (20) in Verbindung stehende Schneidelemente (4, 6).

9. Werkzeug nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug für einen Rotationsbetrieb konzipiert ist.

10. Feinbohrwerkzeug umfassend einen Werkzeugschaft (2), ein am Werkzeugschaft (2) einstellbar montiertes Schneidelement (4, 6) und einen im Werkzeugschaft (2) aufgenommenen, mit dem Schneidelement (4, 6) in Verbindung stehenden Einstellmechanismus (8) mit einem ersten piezoelektrischen Verstellelement (20) zum Verstellen des Schneidelements (4, 6) in Radialrichtung des Werkzeugschafts (2), gekennzeichnet durch einen Haltemechanismus (32) zum Halten des ersten Verstellelements (20) in einem bestimmten Deformationszustand.

11. Feinbohrwerkzeug nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch zwei in entsprechenden Ausnehmungen (16, 18) am Außenumfang (12) des Werkzeugschafts (2) diametral angeordnete Schneidelemente (4, 6), wobei das erste Verstellelement (20) zwischen den beiden Schneidelementen (4, 6) angeordnet ist.

12. Feinbohrwerkzeug nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Verstellelement (20) unmittelbar mit den beiden Schneidelementen (4, 6) in Verbindung steht.

13. Feinbohrwerkzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Haltemechanismus (32) eine das erste Verstellelement (20) im wesentlichen vollständig umgreifende Klemmschelle (32) umfasst.

14. Feinbohrwerkzeug nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Haltemechanismus (32) ein zwischen zwei gegenüberliegenden freistehenden Endabschnitten (34, 36) der Klemmschelle (32) angeordnetes zweites piezoelektrisches Verstellelement (38) zum Entriegeln der Klemmschelle (32) umfasst.

15. Feinbohrwerkzeug nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das zweite Verstellelement (20, 38) unabhängig voneinander elektrisch ansteuerbar sind.

16. Feinbohrwerkzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Einstellmechanismus (8) ein in Bezug auf den Werkzeugschaft (2) axial vom ersten Verstellelement (20) beabstandetes und unabhängig von diesem elektrisch ansteuerbares drittes piezoelektrisches Verstellelement umfasst.

17. Feinbohrwerkzeug nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch ein am Werkzeugschaft (2) vorgesehenes gemeinsames rotationssymmetrisches Anschluß-

element (30) zum unabhängigen elektrischen Ansteuern der Verstellelemente (20, 38).

18. Feinbohrwerkzeug nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das gemeinsame Anschlußelement (30) den Verstellelementen (20, 38) zugeordnete Schleifringe umfaßt.

19. Feinbohrwerkzeug nach einem der Ansprüche 9 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellelemente (20) einen Verstellbereich bis 100 µm bei einer Auflösung von kleiner als 0,1 µm und eine Belastbarkeit von mehr als 500 N aufweisen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

